



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Offic européen des brevets



Veröffentlichungsnummer: **0 530 721 A1**

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: **92114815.1**

51 Int. Cl.⁵: **F28F 3/04, F02K 9/64**

22 Anmeldetag: **29.08.92**

30 Priorität: **06.09.91 DE 4129598**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
10.03.93 Patentblatt 93/10

84 Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT NL

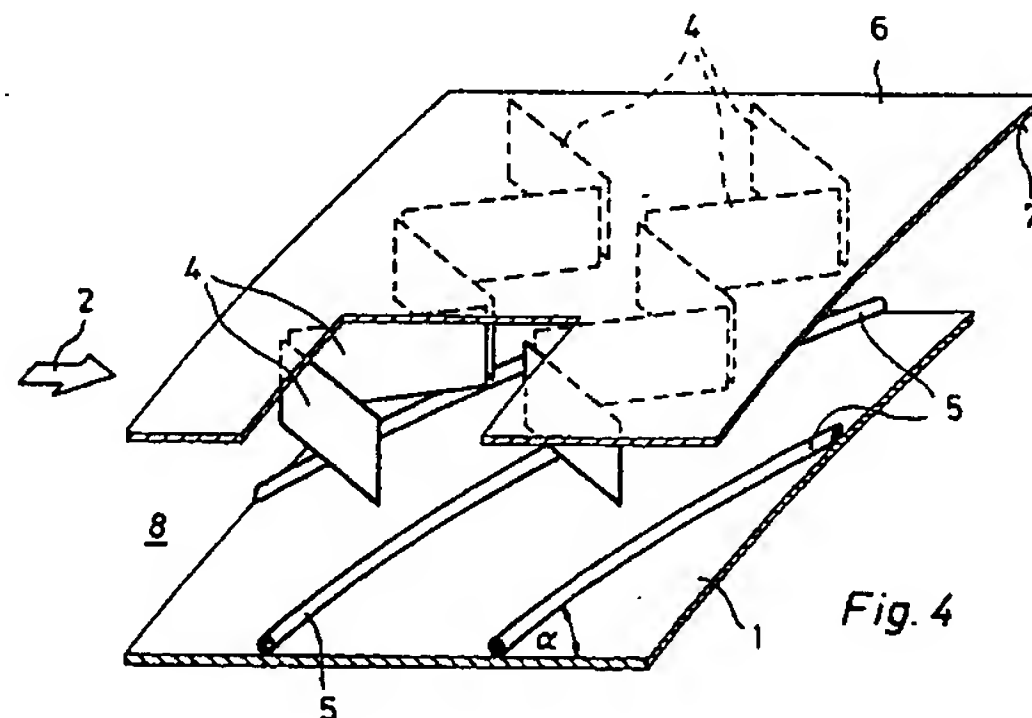
71 Anmelder: **Ruhrgas Aktiengesellschaft
Hutropstrasse 60 Postfach 10 32 52
W-4300 Essen 1(DE)**

72 Erfinder: **Altemark, Detlef, Dr.
Fuchspass 10
W-4270 Dorsten 1(DE)
Erfinder: Saul, Achim, Dr.
Achatweg 3
W-4600 Dortmund 30(DE)
Erfinder: Fleblg, Martin, Prof., Dr.
Cranachstrasse 38
W-4630 Bochum 1(DE)**

74 Vertreter: **Zenz, Joachim Klaus, Dipl.-Ing. et al
Patentanwälte Zenz, Helber, Hosbach,
Läufer, Am Ruhrstein 1
W-4300 Essen 1 (DE)**

54 Verfahren und Vorrichtung zum Steigern des Wärmeübergangs zwischen einer Wand und einem Wärmeträgerfluid.

57 Die Wand (1) bildet zusammen mit einer Gegenfläche (7) einen Strömungskanal (8) für das Wärmeträgerfluid. Sie ist besetzt mit Rippen (5) zur Erzeugung von Karman-Wirbeln, die die Grenzschichtströmung des Wärmeträgerfluids aufreissen. Auf der Gegenfläche (7) sind angestellte Flügel (4) angeordnet, die Längswirbel in der Strömung erzeugen. Letztere im Verein mit der von den Stegen (5) aufgerissenen Grenzschichtströmung bewirken eine Steigerung des Wärmeübergangs zwischen der Wand (1) und dem Wärmeträgerfluid.



EP 0 530 721 A1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum steigern des Wärmeübergangs zwischen einer Wand und einem Wärmeträgerfluid, das an der Wand entlangströmt, wobei in dem Wärmeträgerfluid Längswirbel erzeugt werden. Ferner betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zum Durchführen dieses Verfahrens.

Bei Wärmeübergängen ist man häufig bestrebt, die Intensität zu steigern, d.h., den Wärmeübergangskoeffizienten zu erhöhen, um dadurch bestimmte Fluid- und/oder Materialtemperaturen zu erreichen. Dabei ist zu beachten, daß alle Maßnahmen zur Steigerung des Wärmeübergangs die Reibungsverluste erhöhen. Dies kann zu Schwierigkeiten führen, wenn die zur Verfügung stehende Druckdifferenz gering ist.

Beispielsweise läßt sich bei Kanalströmungen der Wärmeübergang durch Verminderung des hydraulischen Durchmessers steigern. Sehr viel stärker ist allerdings der Anstieg des Druckverlustes.

Günstige Verhältnisse werden mit einem bekannten Verfahren der eingangs genannten Art erzielt (DE-OS 37 39 619), bei dem man Längswirbel in Form von sogenannten Tütenwirbeln in der Kanalströmung erzeugt. Das Wärmeträgerfluid wird umgewälzt, wodurch die Intensität des Wärmeübergangs ansteigt. Als Längswirbelerzeuger dienen angestellte Platten oder Flügel, deren Erhöhung des Druckverlustes sich in Grenzen hält. Allerdings wurde gefunden, daß weitere Verbesserungen erstrebenswert sind.

Der Erfindung liegt dementsprechend die Aufgabe zugrunde, bei dem Verfahren und der Vorrichtung der eingangs genannten Art den Wärmeübergang weiter zu verbessern.

Hierzu ist das Verfahren nach der Erfindung dadurch gekennzeichnet, daß zusätzlich die Grenzschichtströmung des Wärmeträgerfluids entlang der Wand durch entsprechende Oberflächenrauigkeit der Wand aufgerissen wird.

Überraschenderweise hat sich gezeigt, daß das Aufreißen der Grenzschichtströmung in Verbindung mit den Längswirbeln zu einer sprunghaften Steigerung des Wärmeübergangs führt. Durch Versuch und Berechnung wurde festgestellt, daß die Längswirbel in Kombination mit dem Aufreißen der Grenzschichtströmung eine Erhöhung des Wärmeübergangskoeffizienten um den Faktor 4 und mehr erbringen können, bezogen auf entsprechende Verhältnisse an einer glatten Wand. Diese Steigerung des Wärmeübergangs ist möglich, ohne den Druckverlust in gleichem Maße zu erhöhen, wie es im Falle einer Kanalströmung eine zum Erzielen der gleichen Steigerung des Wärmeübergangs notwendige Verringerung des hydraulischen Durchmessers eines glattwandigen Kanals bewirken würde. Dies kann z.B. dazu benutzt werden, den hydraulischen Durchmesser zu vergrößern, so daß

die gewünschte Steigerung des Wärmeübergangs ohne Erhöhung der Druckverluste möglich wird.

Die gewünschte entsprechende Oberflächenrauigkeit kann man in gewissem Umfang bereits durch eine äquivalente Sandrauigkeit erzielen. Vorteilhafter hingegen ist es, die Grenzschichtströmung durch Welligkeit, insbesondere durch Rippenrauigkeit aufzureißen, und zwar vorzugsweise unter Bildung von Karman-Wirbeln.

In Weiterbildung der Erfindung wird vorgeschlagen, daß, bei Ausbildung einer Kanalströmung des Wärmeträgerfluids zwischen der Wand und einer Gegenfläche, die Längswirbel von der Gegenfläche erzeugt werden. Überraschenderweise wurden gefunden, daß sich die Kombination der Tütenwirbel mit der aufgerissenen Grenzschichtströmung unter diesen Umständen ganz besonders vorteilhaft auswirkt. Die Erzeugung der Tütenwirbel kann so gesteuert werden, daß letztere nicht an derjenigen Fläche besonders wirksam sind, von der sie erzeugt werden, sondern vielmehr an der gegenüberliegenden Fläche.

Im Rahmen der Erfindung liegt es, die Gegenfläche ebenfalls an einer dem Wärmeübergang unterworfenen Wand vorzusehen. Unter diesen Umständen kann man auch sie mit entsprechender Oberflächenrauigkeit ausstatten, vorzugsweise unter gleichzeitiger Erzeugung von Tütenwirbeln an der gegenüberliegenden Wand.

Die Erfindung ist anwendbar unabhängig davon, ob Wärme von der Wand auf das Wärmeträgerfluid übertragen werden soll oder umgekehrt. Auch kann die Wand beidseitig einer Wärmeträgerfluidströmung ausgesetzt sein, in der Längswirbel erzeugt werden. Die Wand kann dann beidseitig mit der entsprechenden Oberflächenrauigkeit versehen sein. Dabei besteht die Möglichkeit, daß Wärme nach beiden Seiten von der Wand abgegeben oder aufgenommen wird. Alternativ kann die Wärme von der einen Fluidströmung durch die Wand hindurch in die andere Fluidströmung übertragen werden.

Die Erfindung richtet sich ferner auf einen Wärmeübertrager mit mindestens einem Strömungskanal für ein Wärmeträgerfluid, der von einer dem Wärmeübergang unterworfenen Wand und einer Gegenfläche begrenzt ist, wobei Längswirbelerzeuger in den Strömungskanal hineinragen. Dieser Wärmeübertrager ist erfindungsgemäß dadurch gekennzeichnet, daß die Wand mit einer im Winkel zur Strömungsrichtung des Wärmeträgerfluids verlaufenden Welligkeit versehen ist. Die Wellen reissen die Grenzschichtströmung des Wärmeträgerfluids entlang der Wand auf, und zwar im Zusammenwirken mit den in der Strömung erzeugten Längswirbeln. Dies optimiert die Parameter Wärmeübergang und Reibungs- bzw. Druckverlust.

Die Wellen verlaufen vorzugsweise unter einem Winkel von etwa 30-90°, insbesondere etwa 30-50° zur Strömungsrichtung des Wärmeträgerfluids, wobei es sich als besonders vorteilhaft herausgestellt hat, daß das Verhältnis zwischen dem Abstand der Wellen zueinander und der Höhe der Wellen etwa 6-10 beträgt.

Der Begriff Welligkeit ist weit auszulegen. Neben bogenförmigen Gestaltungen fallen hierunter auch in der Wand vorgesehene z.B. scharfkantige Vertiefungen. Vorzugsweise allerdings sind die Wellen als Rippen ausgebildet. In jedem Falle kann die Verteilung regelmäßig oder unregelmäßig sein. Auch können sich die Wellen über längere oder kürzere Abschnitte der Wand erstrecken. Beispielsweise kann es sich um auf die Wand aufgesetzte Klötze handeln.

Die Längswirbelerzeuger werden vorzugsweise in Bereichen hoher Geschwindigkeit angeordnet, wobei ihre Ausrichtung so gewählt wird, daß sie ihre höchste Wirkungsamkeit auf der Wand im Bereich der aufgerissenen Grenzschichtströmung entwickeln. Vorteilhafterweise sind die Längswirbelerzeuger durch Ständer mit der Wand und/oder der Gegenfläche verbunden. Dies ermöglicht eine optimale Anordnung und Ausrichtung. Konstruktiv einfacher und ggf. ebenso wirksam ist es hingegen, die Längswirbelerzeuger von der Gegenfläche abzuheben zu lassen.

In Weiterbildung der Erfindung sind die Längswirbelerzeuger als rechteckige Flügel ausgebildet und paarweise angeordnet, wobei die Flügel jedes Paares in geringem Abstand zueinander stehen und einen Winkel von 60-120°, vorzugsweise von etwa 90° einschließen, dessen gedachte Spitze gegen die Strömungsrichtung des Wärmeträgerfluids weist. Es hat sich gezeigt, daß diese Anordnung geeignet ist, ein Optimum zwischen Wärmeübergangskoeffizient und Druckverlust einzustellen. Vergleichbares gilt für eine alternative Ausführungsform, nach der die Längswirbelerzeuger als rechteckige Flügel ausgebildet sind, die parallel zueinander stehen und mit der Strömungsrichtung des Wärmeträgerfluids einen Winkel von 30-60°, vorzugsweise von etwa 45° bilden.

Die Oberfläche der Flügel beträgt vorzugsweise insgesamt bis etwa 20% der Fläche der Wand, wobei ferner vorgeschlagen wird, daß die Streckung der Flügel etwa 0,5 beträgt. Die Flügel wirken also, auch wenn sie an der dem Wärmeübergang unterworfenen Wand angeordnet sind, nicht als wesentliche Vergrößerung der Wärmeübertragungsfläche.

In Weiterbildung der Erfindung beträgt die Höhe der Flügel etwa 0,5-0,6 des Abstandes zwischen der Wand und der Gegenfläche.

Häufig ist es vorteilhaft, die Gegenfläche an einer ebenfalls dem Wärmeübergang unterworfenen

Wand auszubilden und mit Welligkeit zu versehen. Die Längswirbelerzeuger werden dann so gestaltet bzw. angeordnet, daß sie auf beide aufgerissene Grenzschichtströmungen einwirken. Das Wärmeträgerfluid kann unter diesen Umständen beidseitig Wärme aufnehmen oder abgeben.

Ein weiteres vorteilhaftes Merkmal kann darin bestehen, daß die Rückseite der bzw. jeder Wand einen mit Längswirbelerzeugern besetzten Strömungskanal begrenzt und mit Welligkeit versehen ist. Unter diesen Umständen kann die Wand nach beiden Seiten Wärme aufnehmen oder Wärme abgeben. Auch kann sie dazu dienen, Wärme an der einen Seite aufzunehmen und an der anderen Seite abzugeben.

Zur Erfindung gehört ferner die Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens auf das Kühlen einer Brennkammerwand, insbesondere der Wand einer Turbinenbrennkammer, die auf ihrer Außenseite mit der entsprechenden Welligkeit versehen und zur Bildung des Strömungskanals für ein Kühlfluid von einem Mantel umgeben ist, der die Gegenfläche darstellt.

Diese Vorrichtung kennzeichnet sich ferner vorzugsweise durch die Merkmale nach einem der Ansprüche 5 bis 16.

Außerdem kann sie dadurch gekennzeichnet sein, daß die Wellen von wendelförmig um die Brennkammer herumgewickelter Draht gebildet werden. Dies ist konstruktiv günstig.

Als erfindungswesentlich offenbart gelten auch solche Kombinationen der erfindungsgemäßen Merkmale, die von den vorstehend diskutierten Verknüpfungen abweichen.

Die Erfindung wird im folgenden anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele erfindungsgemäßer Vorrichtungen im Zusammenhang mit der beiliegenden Zeichnung näher erläutert. Die Zeichnung zeigt in:

- Fig. 1 einen Teilschnitt entlang der Linie I-I in Fig. 2 durch eine erste Ausführungsform;
- Fig. 2 einen Teil-Grundriß der Vorrichtung nach Fig. 1;
- Fig. 3 einen Teilschnitt durch eine abgewandelte Ausführungsform;
- Fig. 4 einen Ausschnitt einer weiteren abgewandelten Ausführungsform in perspektivischer Darstellung;
- Fig. 5 einen durch den Strömungskanal gelegten Schnitt entlang der Linie V-V in Fig. 6;
- Fig. 6 einen Blick in den Strömungskanal, gesehen von vorne in Fig. 4.

Fig. 1 zeigt eine Wand 1, an deren Oberseite ein Wärmeträgerfluid entlangströmt. Die Strömungsrichtung ist durch einen Pfeil 2 angedeutet. Auf der Wand 1 sind Ständer 3 angeordnet, die

Längswirbelerzeuger 4 tragen. Letztere liegen in einem Bereich hoher Strömungsgeschwindigkeit des Wärmeträgerfluids, wobei sie so ausgerichtet sind, daß die erzeugten Tütenwirbel ihre Wirksamkeit vor allen Dingen auf der Oberseite der Wand 1 entfalten.

Die Wand 1 ist mit einer Oberflächenrauigkeit versehen, die dazu dient, die Grenzschichtströmung des Wärmeträgerfluids entlang der Wand aufzureißen. Dies in Verbindung mit den erzeugten Tütenwirbeln ergibt einen verbesserten Wärmeübergang zwischen der Wand und dem Wärmeträgerfluid, und zwar bei günstigen Verhältnissen bezüglich der Reibungsverluste. Die Oberflächenrauigkeit besteht aus einer Welligkeit, und zwar werden die Wellen von Rippen 5 gebildet, wobei das Verhältnis zwischen dem Abstand der Rippen zueinander und der Höhe der Rippen 8 beträgt. Dies fördert die Ausbildung von Karman-Wirbeln beim Aufreißen der Grenzschichtströmung.

In Fig. 2 schließen die Rippen 5 mit der Strömungsrichtung des Wärmeträgerfluids einen Winkel $\alpha = 50^\circ$ ein. Ferner bilden in Fig. 2 die Längswirbelerzeuger 4 mit der Strömungsrichtung des Wärmeträgerfluids einen Anstellwinkel $\beta = 45^\circ$. Dabei stehen sie parallel zueinander. Sie sind als rechteckige Flügel ausgebildet, wobei ihre Oberfläche insgesamt 20% der Fläche der Wand ausmacht. Die Streckung der Flügel beträgt 0,5. Sie ist definiert als das Verhältnis des Quadrates der Flügelbreite b zur Flügelfläche $b \times l$.

Bei der abgewandelten Ausführungsform nach Fig. 3 ist die Welligkeit der Wand 1 so gestaltet, daß sie zu beiden Seiten der Wand wirksam wird. In Verbindung mit zugeordneten Längswirbelerzeugern ergeben sich also die erfindungsgemäßen Vorteile eines erhöhten Wärmeübergangs bei günstigen Reibungsverlusten auf jeder Seite der Wand, sei es beim beidseitigen Kühlen oder Erwärmen, sei es bei der Wärmeübertragung von einem Fluid auf das andere.

Das Ausführungsbeispiel nach den Fig. 4 bis 6 zeigt die Anwendung der Erfindung auf eine Brennkammer, deren Wand 1 zylindrisch ausgebildet und von einem Mantel 6 umgeben ist. Letzterer definiert auf seiner Unterseite eine Gegenfläche 7. Die Wand 1 und die Gegenfläche 7 begrenzen einen Strömungskanal 8, der in Richtung des Pfeils 2 von Kühlluft durchströmt wird.

Auch hier sind die Längswirbelerzeuger 4 als rechteckige Flügel ausgebildet, jedoch werden sie nicht von der Wand 1 getragen, sondern vielmehr von der Gegenfläche 7 des Mantels 6. Die Flügel sind zu pfeilförmigen Paaren zusammengefaßt, deren Spitze gegen die Strömungsrichtung weist. Sie bilden miteinander den doppelten Anstellwinkel $2\beta = 90^\circ$. Fig. 3 zeigt, daß die Flügel 60% der Höhe des Strömungskanals einnehmen.

Die Rippen 5 definieren auch hier die Welligkeit der Wand 1. Sie unterscheiden sich von den Rippen nach Fig. 1 dadurch, daß sie aus Draht bestehen, der wendelförmig um die Wand 1 der Brennkammer 1 herumgelegt ist.

Mit der erfindungsgemäßen Konstruktion aus Rippen 5 und Längswirbelerzeugern 4 läßt sich, verglichen mit einer glattwandigen Kanalströmung, eine Erhöhung des Wärmeübergangskoeffizienten um den Faktor 6 erzielen. Der Druckverlust hält sich dabei in Grenzen.

Im Falle des Ausführungsbeispiels nach den Fig. 4 bis 6, kommt eine Wandgestaltung gemäß Fig. 3 nicht in Betracht, da lediglich eine Kühlung der Wand 1 angestrebt wird, nicht jedoch eine erhöhte Wärmeabfuhr aus dem Inneren der Brennkammer.

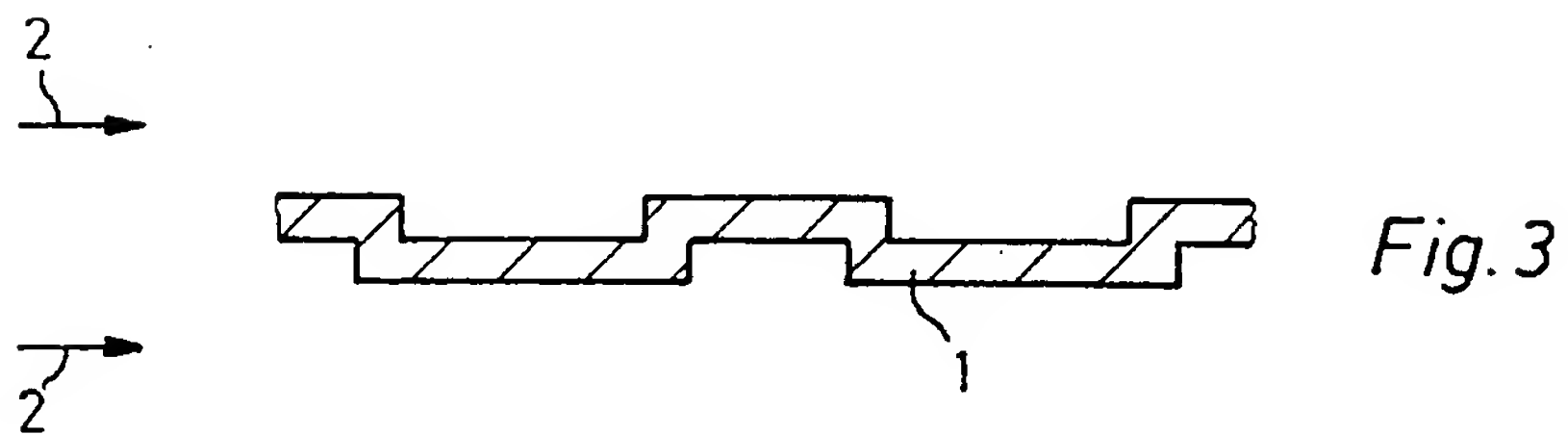
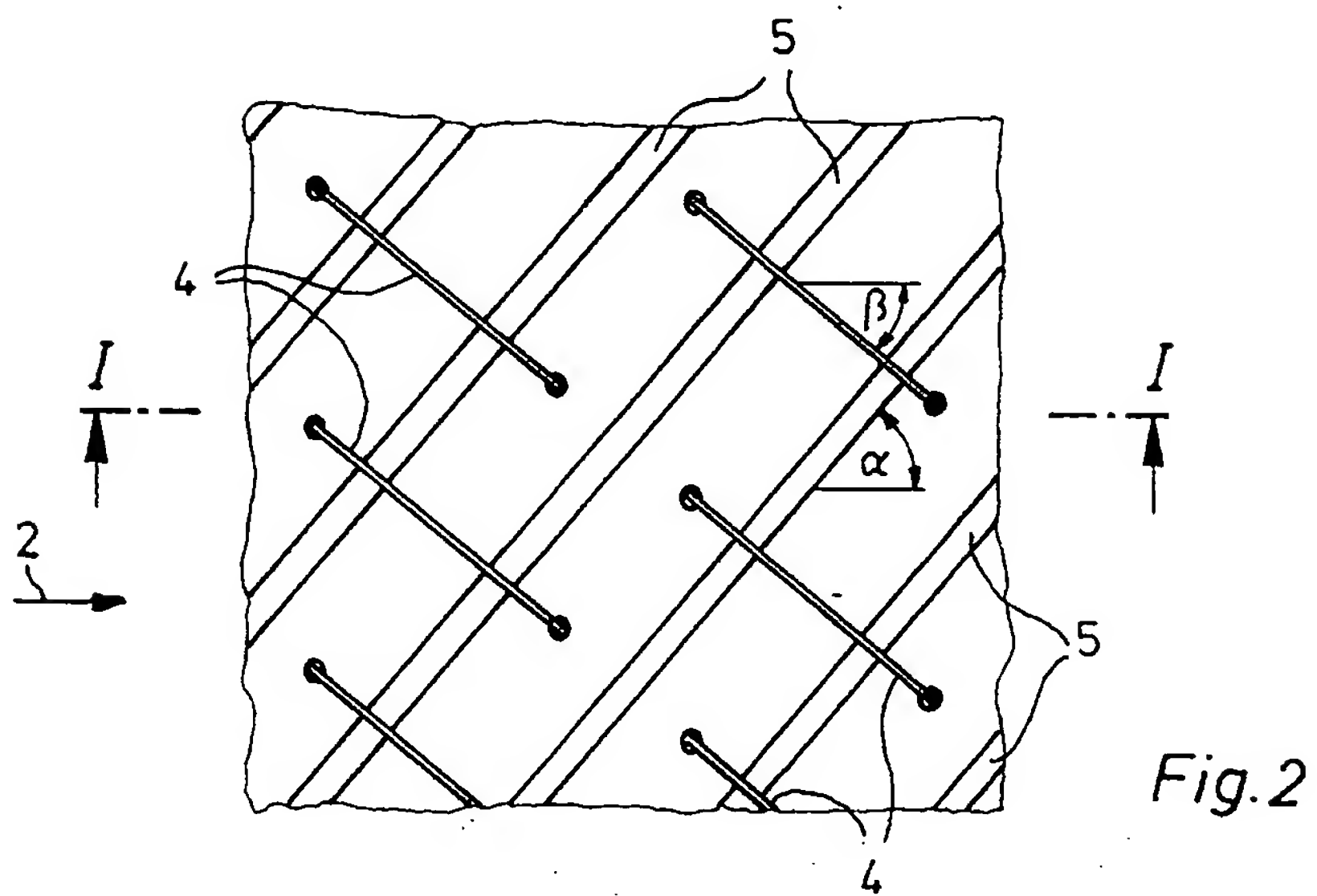
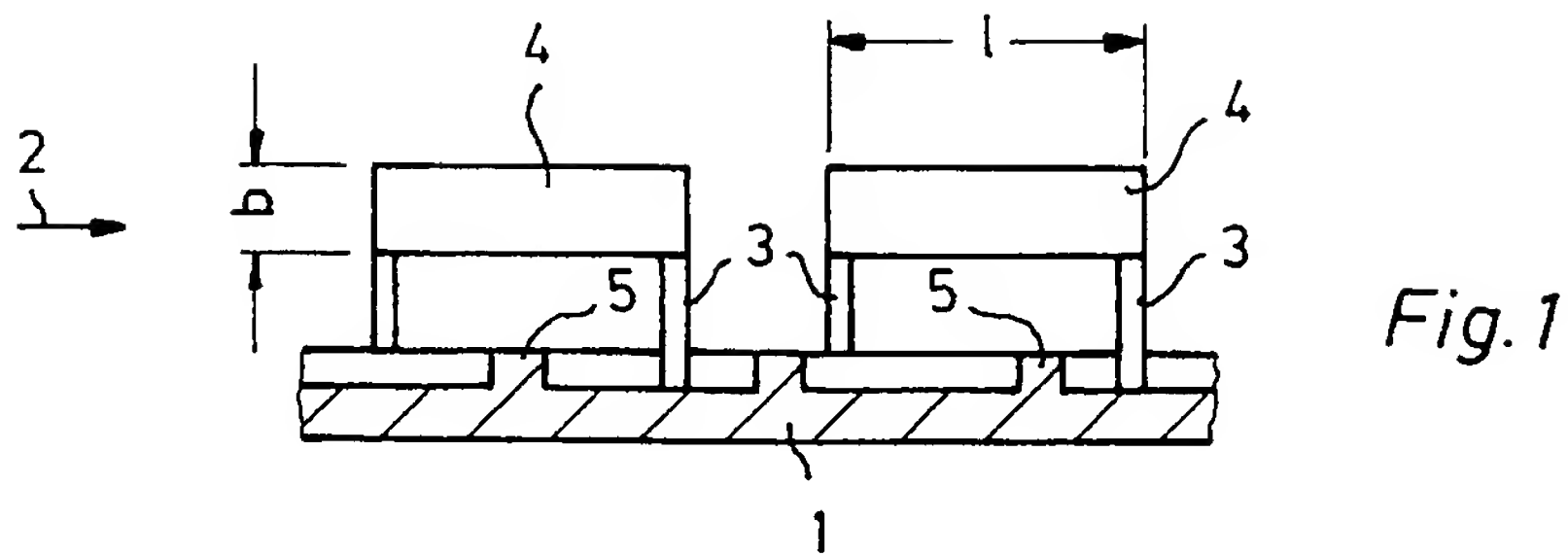
Soll auch der Mantel 6 einem erhöhten Wärmeübergang unterworfen werden, so wird die Gegenfläche 7 ebenfalls mit einer entsprechenden Oberflächenrauigkeit versehen. Außerdem können zusätzliche Flügel an der Wand 1 angebracht werden. Ferner kann auch die Außenfläche des Mantels 6 umgestaltet werden, beispielsweise in einer Art, wie sie in Fig. 1 dargestellt ist.

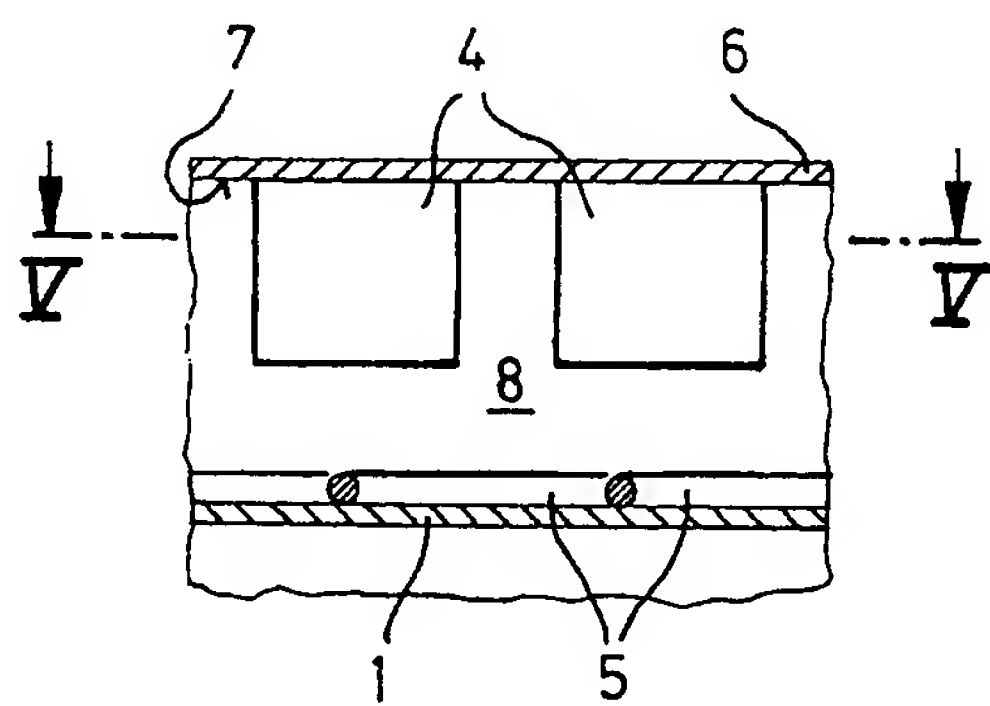
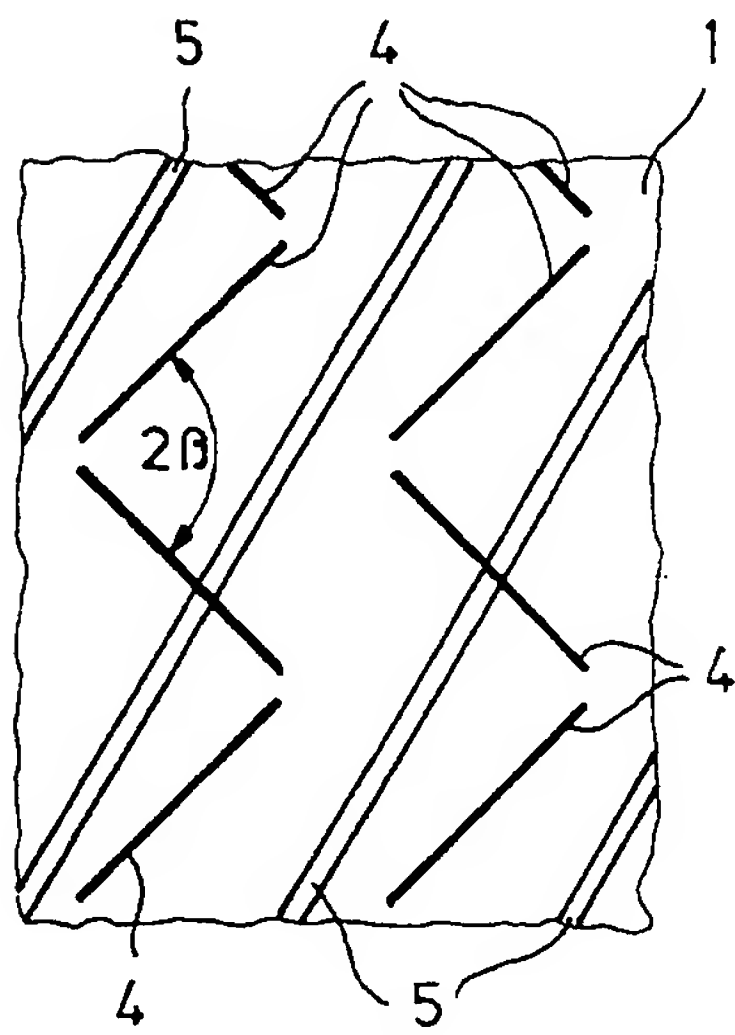
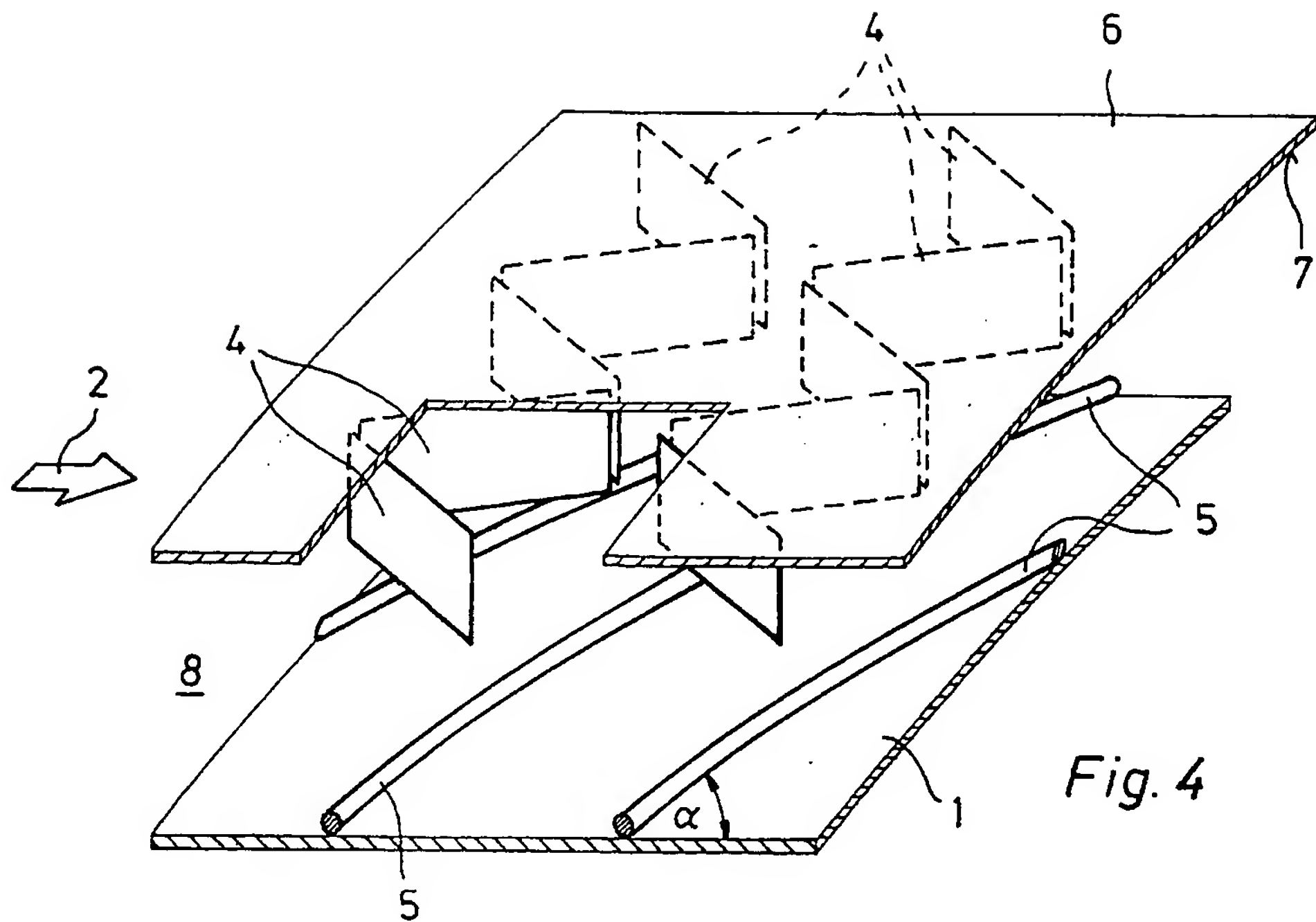
Im Rahmen der Erfindung sind durchaus weitere Abwandlungsmöglichkeiten gegeben. So kann die Welligkeit der Wand durch gerundete Wellenformen erzielt werden. Auch kommt, abweichend von Fig. 3, eine gerundete Mäanderform in Frage. Wird mit Rippen gearbeitet, so können diese im Querschnitt beliebig geformt sein, beispielsweise halbrund, dreieckig, trapezförmig o. dgl.. Gleiches gilt für etwaige Wandvertiefungen. Die Längswirbelerzeuger können von der Rechteckform abweichen und beispielsweise deltaförmig ausgebildet sein. Ferner kann von der pfeilförmigen Anordnung der Flügel, die Paare von gegenläufigen Tütenwirbeln erzeugen, und von der parallelen Anordnung der Flügel, die gleichgerichtete Tütenwirbel hervorrufen, abgewichen werden. Beispielsweise kann am Austrittsende des Strömungskanals dafür gesorgt werden, daß die dort noch vorhandenen Längswirbel durch Gegenwirbel neutralisiert werden. Ferner können auch solche Flügel verwendet werden, die an einer Querkante befestigt sind, so daß sie mit beiden Längskanten und mit der anderen Querkante in die Strömung hineinragen. Eine besonders einfache Konstruktion besteht darin, die Flügel aus der zugehörigen Wand auszustanzten, sofern ein Fluiddurchtritt durch die Wand zugelassen werden kann.

Als Oberflächenrauigkeit kommt im übrigen auch eine Sandrauigkeit in Frage, sofern dadurch ein ausreichendes Aufreißen der Grenzschichtströmung gewährleistet ist.

Patentanspruch

1. Verfahren zum Steigern des Wärmeübergangs zwischen einer Wand und einem Wärmeträgerfluid, das an der Wand entlangströmt, wobei in dem Wärmeträgerfluid Längswirbel erzeugt werden,
 dadurch gekennzeichnet,
 daß zusätzlich die Grenzschichtströmung des Wärmeträgerfluids entlang der Wand durch entsprechende Oberflächenrauigkeit, insbesondere durch wellige Rippenrauigkeit der Wand aufgerissen wird, und zwar vorzugsweise unter Bildung von Karman-Wirbeln.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß, bei Ausbildung einer Kanalströmung des Wärmeträgerfluids zwischen der Wand und einer Gegenfläche, die Längswirbel von der Gegenfläche erzeugt werden.
3. Wärmeübertrager mit mindestens einem Strömungskanal für ein Wärmeträgerfluid, der von einer dem Wärmeübergang unterworfenen Wand und einer Gegenfläche begrenzt ist, wobei Längswirbelerzeuger in den Strömungskanal hineinragen,
 dadurch gekennzeichnet,
 daß die Wand (1) mit einer unter einem Winkel von vorzugsweise etwa 30-50° zur Strömungsrichtung des Wärmeträgerfluids verlaufenden Welligkeit versehen ist.
4. Wärmeübertrager nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Verhältnis zwischen dem Abstand der Wellen zueinander und der Höhe der Wellen etwa 6-10 beträgt, wobei die Wellen vorzugsweise als Rippen (5) ausgebildet sind.
5. Wärmeübertrager nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Längswirbelerzeuger (4) durch Ständer (3) mit der Wand (1) und/oder der Gegenfläche (7) verbunden sind oder von der Gegenfläche (7) abstehen.
6. Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Längswirbelerzeuger (4) als rechteckige Flügel ausgebildet und paarweise angeordnet sind, wobei die Flügel jedes Paares in geringem Abstand zueinander stehen und einen Winkel von 60-120°, vorzugsweise von etwa 90° einschließen, dessen gedachte Spitze gegen die Strömungsrichtung des Wärmeträgerfluids weist, oder daß die Längswirbelerzeuger (4) als rechteckige Flügel ausgebildet sind, die parallel zueinander stehen und mit der Strömungsrichtung des Wärmeträgerfluids einen Winkel von 30-60°, vorzugsweise von etwa 45° bilden.
7. Wärmeübertrager nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Oberfläche der Flügel insgesamt bis etwa 20 % der Fläche der Wand (1) beträgt, wobei vorzugsweise die Streckung der Flügel etwa 0,5 beträgt und wobei ferner vorzugsweise die Höhe der Flügel etwa 0,5-0,6 des Abstandes zwischen der Wand (1) und der Gegenfläche (7) beträgt.
8. Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 3 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Gegenfläche (7) an einer ebenfalls dem Wärmeübergang unterworfenen Wand ausgebildet und mit Welligkeit versehen ist, wobei vorzugsweise die Rückseite der bzw. jeder Wand (1) einen mit Längswirbelerzeugern besetzten Strömungskanal begrenzt und mit Welligkeit versehen ist.
9. Anwendung des Verfahrens nach Anspruch 1 oder 2 auf das Kühlen einer Brennkammerwand (1), insbesondere der Wand einer Turbinenbrennkammer, die auf ihrer Außenseite mit der entsprechenden Welligkeit versehen und zur Bildung des Strömungskanals für ein Kühlfluid von einem Mantel (6) umgeben ist, welcher die Gegenfläche (7) darstellt.
10. Vorrichtung nach Anspruch 9, gekennzeichnet durch die Merkmale eines der Ansprüche 3 bis 8, wobei vorzugsweise die Wellen von wellenförmig um die Brennkammer herumgewickelm Draht gebildet werden.







Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 92 11 4815

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
X	EP-A-0 338 704 (MITSUBISHI ALUMINUM KABUSHIKI KAISHA) * das ganze Dokument *	1,2,3,4, 5,6,7,8	F28F3/04 F02K9/64
A	US-A-2 834 582 (KABLITZ) * das ganze Dokument *	1	
A	US-A-2 870 998 (WOOLARD) * das ganze Dokument *	10	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)
			F28F F02K
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenart DEN HAAG		Abschließdatum der Recherche 25 NOVEMBER 1992	Prüfer SMETS E.D.C.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument * : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			